O Fantástico Mundo NANOMÉTRICO

ORGANIZAÇÃO DE
Lorraine Gabriele Fiuza
Luciano Cardoso Dias
Rafael Welter dos Santos
Tania Toyomi Tominaga

ILUSTRAÇÃO DE
Jhonatan Matheus
@DoisJhols

Atena
Editora

Organização:
Lorraine Gabriele Fiuza
Luciano Cardoso Dias
Rafael Welter dos Santos
Tania Toyomi Tominaga

Autoria:
Tania Toyomi Tominaga
Lorraine Gabriele Fiuza
Luciano Cardoso Dias
Rafael Welter dos Santos
Douglas Grossko
Paulo José dos Reis
Andresa da Costa Ribeiro
Taiana Gabriela Moretti Bonadio
Ricardo Yoshimitsu Miyahara
Valdirlei Fernandes Freitas

Ilustração:
Jhonatan Matheus Piaceski Rocha

Diagramação:
Gabriela Ap. Becker

Revisão:
Eduardo Vicentini

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos

2023 *by Atena Editora*
Copyright © Atena Editora
Copyright do texto © 2023 Os autores
Copyright da edição © 2023 Atena Editora
Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.
Open access publication by Atena Editora

Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial
Ciências Exatas e da Terra e Engenharias
Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará

Prof. Dr. Fabrício Moraes de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Profª Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

O fantástico mundo nanométrico

Diagramação: Gabriela Ap. Becker
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Ilutração: Jhonatan Matheus Piaceski Rocha
Revisão: Eduardo Vicentini
Organizadores: Lorraine Gabriele Fiuza
Luciano Cardoso Dias
Rafael Welter dos Santos
Tania Toyomi Tominaga

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F216 O fantástico mundo nanométrico / Organizadores Lorraine Gabriele Fiuza, Luciano Cardoso Dias, Rafael Welter dos Santos, et al. - Ponta Grossa – PR: Atena, 2023.

Outra organizadora
Tania Toyomi Tominaga

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-1907-5
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.075230111

1. Nanopartículas. I. Fiuza, Lorraine Gabriele (Organizador). II. Dias, Luciano Cardoso (Organizador). III. Santos, Rafael Welter dos (Organizador). IV. Título.
CDD 620.11

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao conteúdo publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que o texto publicado está completamente isento de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

Sumário

08 Prefácio

11 A descoberta do fantástico mundo nanométrico.

22 Sofia e Feynman conhecem uma animada gota de café.

33 A flor de lótus não consegue tomar banho?

40 Sofia e seus novos amigos: o Sr. Giz e a Sra. Concha.

50 Uma noite divertida e o movimento no mundo dos sonhos.

63 Explorando a ciência com Andy, o camaleão curioso.

Prefácio

Este livro narra a história de Sofia e seu amigo Richard Feynman que juntos ao leitor, descobrem o incrível mundo nanométrico. Nanopartículas? Efeito Lótus? O que estes nomes diferentes têm a ver com nosso dia a dia? Descubra com Sofia e Feynman!

Quem é Sofia? Sofia é uma menina de 12 anos de idade, curiosa sobre tudo ao seu redor.
Ela vive com seus pais, e apesar de andar muito com a galera de sua idade, gosta de descobrir muitas coisas sozinhas. Está sempre pesquisando, perguntando e aprendando sobre tudo!

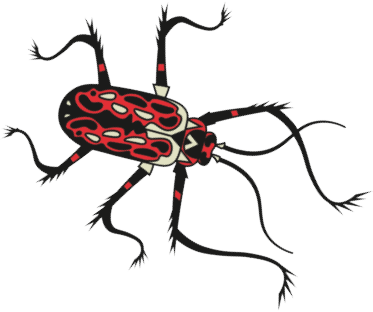
Quem é Richard P. Feynman? Um físico teórico, pioneiro em eletrodinâmica quântica e considerado o pai da nanotecnologia. Feynman em uma de suas famosas palestras, trouxe a público a ideia de controlar componentes eletrônicos em dimensão muito pequenas, ou seja, em escala nanométricas. Além disso, foi ganhador do prêmio Nobel em Física no ano de 1965.

Claro que aquilo que Feynman previu décadas atrás hoje em dia está acessível a todos, inclusive no celular/tablet ou computador que você está lendo este e-book.

Preparados para conhecer o mundo nanométrico com estes dois? Siga para a próxima página!

O livro “O Fantástico Mundo Nanométrico” foi desenvolvido no ano de 2022, por professores e acadêmicos do Programa de Pós-Graduação em Nonociência da Unicentro, com colaboração de alunos e professores de outros departamentos como a física e quimica da mesma instituição.

Todos os textos são de responsabilidade dos autores e não refletem a opnião da Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro).



1º
capítulo

A DESCOBERTA DO FANTÁSTICO MUNDO NANOMÉRICO

por: Paulo José dos Reis

Oi gente, eu sou a Sofia, uma menina muito curiosa que adora entender a natureza e como as coisas funcionam. Meus pais ficam até irritados pela quantidade de perguntas que eu faço. Certa vez o meu pai estava passando um desodorante e eu vi a seguinte inscrição no frasco: "Ação Bactericida". No mesmo momento eu perguntei.

Sofia: Pai, o que é ação bactericida?

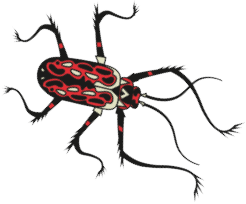
Pai: O desodorante tem componentes que agem eliminando as bactérias que são organismos bem pequenos que produzem o mau cheiro do suor.

Sofia: Mas pai, como isso acontece?

Pai: Nossa, filha. Como você é curiosa! Essa pergunta eu não sei responder, mas eu tenho um grande amigo cientista que talvez saiba responder a sua pergunta. O nome dele é Richard Feynman.

Sofia: Quem é esse seu amigo, pai?

Pai: O Richard era um menino curioso como você, Sofia. Com onze anos de idade ele montou um pequeno laboratório na garagem da casa usando um caixote velho e um monte de sucata. Quando criança, nem sempre seu experimentos funcionavam, mas seu interesse pela ciência fez com que ele estudasse física, tornando-se um dos maiores físicos da história. Inclusive ele recebeu o maior prêmio que um cientista pode receber, o prêmio Nobel de Física.



Richard já esta aposentado e, como meu amigo, acredito que ele irá esclarecer sua dúvida. Vou fazer uma chamada de vídeo para que ele possa explicar a tal “Ação Bactericida”.

Pai: Oi amigo Richard, você poderia responder uma dúvida da Sofia? Esta menina é muito curiosa.

Feynman: Claro meu grande amigo! Responderei com o maior prazer! Fico feliz que a Sofia seja uma menina curiosa como eu era quando criança. A curiosidade é o principal elemento para a construção de um grande cientista!

Sofia: Sr. Feynman, afinal de contas o que é a ação bactericida dos desodorantes?

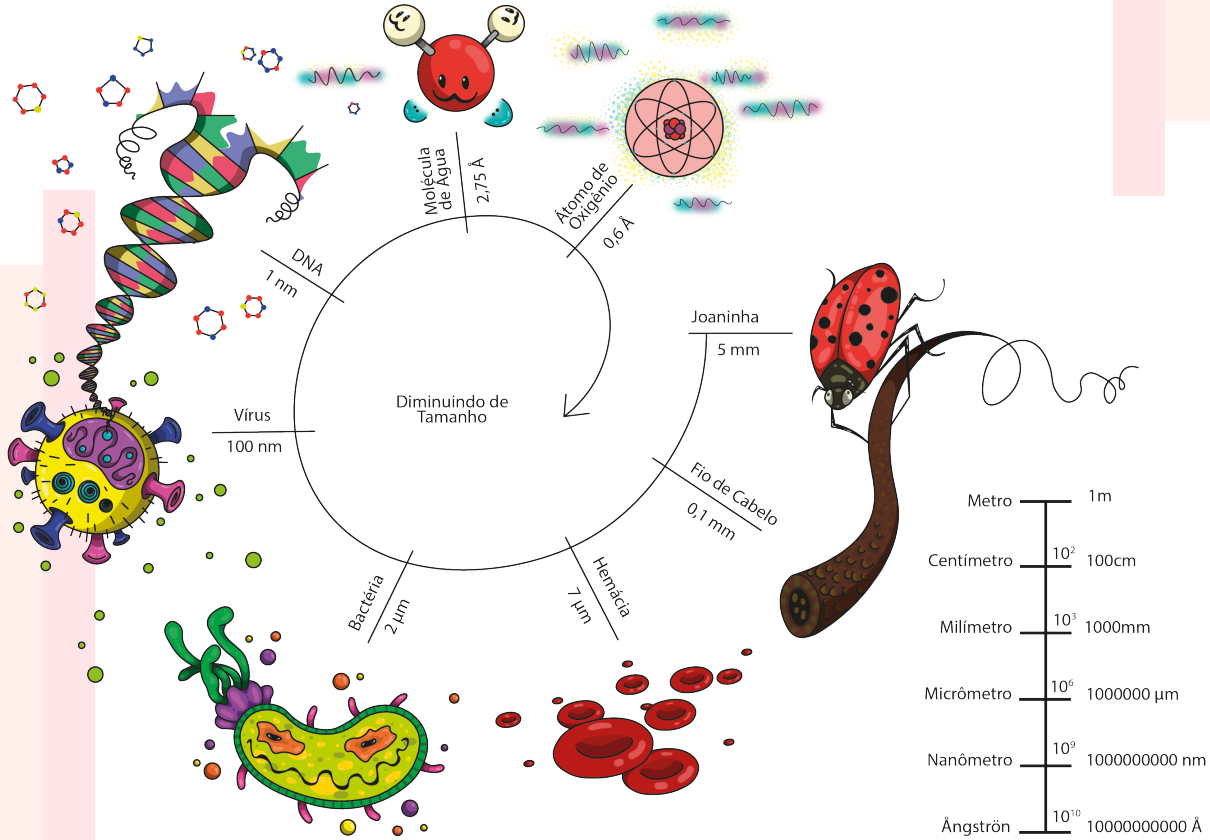
Feynman: No desodorante existem nanopartículas de prata que são tóxicas para as bactérias que se alimentam no nosso suor.

Sofia: Nanopartículas? Parece que a cada explicação as coisas ficam mais difíceis de entender.

Feynman: Calma Sofia, a ciência é assim mesmo, sempre teremos algo a aprender. Mas fique tranquila minha especialidade é explicar as coisas de forma simples. Para entender o que é uma nanopartícula, a primeira coisa que você precisa saber é o que é nano. Para entender o que é um nano, a primeira coisa que precisamos entender é a escala métrica. Padronizar as medidas foi uma invenção genial que facilitou muito a nossa forma de comunicar, independente do idioma. 1 metro tem o mesmo comprimento no Brasil ou no Japão. Falar do comprimento de 1 metro tem o mesmo significado para um brasileiro ou para um japonês.

Sofia: Isso eu entendi Sr. Feynman, mas o que é nano?

Feynman: Calma Sofia, eu sei que a curiosidade é algo que nos consome, já chegaremos no nano. Seu pai tem uma régua com o comprimento de 1 metro?



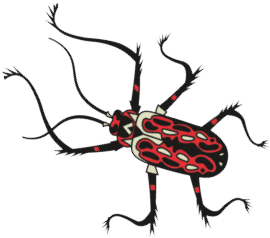
Sofia: Sim Sr. Feynman, já vou ali pegar!

Feynman: Bem, agora que você está com a régua na mão, eu preciso que você exercite sua imaginação e eu sei que você é muito habilidosa com isso. Imagine que você possui uma faca mágica e que você pode fatiar essa régua em 1 bilhão de pedaços iguais. Aqui temos um problema 1 bilhão é um número muito grande é o número 1 seguido de 9 zeros.

Feynman: Sofia, você acha que existem muitas estrelas no céu?

Sofia: Sim Sr. Feynman, eu nem consigo contar. Temos 1 bilhão de estrelas no céu?

Feynman: Temos muitas estrelas no céu, Sofia. Porém, as que vemos nas noites escuras sem lua são em torno de 9 mil estrelas. Se multiplicássemos as estrelas do céu em 100 mil vezes, ainda não teríamos 1 bilhão de estrelas. Teríamos 900 milhões de estrelas. Faltariam 100 mil estrelas para completar 1 bilhão. Então Sofia, agora eu preciso da sua ajuda, pegue a sua faca mágica e corte a régua em 1 bilhão de pedaços. Vamos fazer o seguinte, como você é uma menina muita habilidosa, você é capaz de cortar um pedaço a cada 1 segundo. Se você passar 12 dias trabalhando sem parar para comer, dormir, beber água ou ir ao banheiro, você vai conseguir cortar a régua em 1 milhão de pedaços, seria necessário trabalhar por 32 anos, cortando a régua em um pedaço a cada segundo sem parar para absolutamente nada.



Sofia: Entendi Sr. Feynman, se eu corto em um número muito grande de pedaços, cada pedaço se torna cada vez menor. Então, uma nanopartícula é algo muito pequeno mesmo!

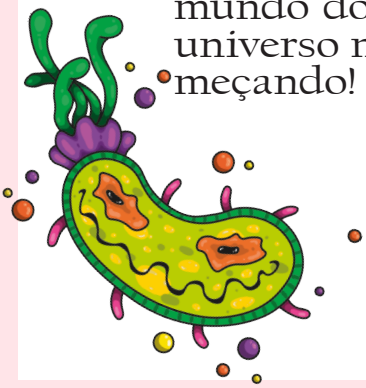
Feynman: Isso mesmo Sofia, você com certeza é uma menina muito inteligente. Pense agora em uma molécula esférica que mede de um lado até outro 1 nanometro, mesmo comprimento do menor pedaço da sua régua fatiada. Seria necessário enfileirar 100 mil moléculas para que ela tenha a mesma espessura de uma folha de papel do seu caderno. Para você ter uma ideia, se enfileirarmos 100 mil bolas de futebol, teríamos uma linha de 22 kilometros! Veja como um nanometro é extremamente pequeno. A molécula está para a espessura folha, assim como o tamanho da bola de futebol está para uma distância de 22 km.

Sofia: Sr. Feynman, agora eu entendi que as nanopartículas são muito pequenas e o quanto pequenas elas são. Mas o que isso tem a ver com a “Ação Bactericida”?

Feynman: Agora chegamos a sua dúvida. Os cientistas descobriram que essas pequenas partículas de prata são capazes de eliminar bactérias causadoras do mau cheiro no nosso suor. Eles tiveram a genial ideia de colocar essas pequenas partículas no desodorante! Desta forma, eliminando as bactérias que causam esse cheiro tão indesejável. O mais legal nisso tudo, é que essas partículas não causam nenhum dano aos seres humanos, sendo totalmente seguro o uso!

Sofia: Nossa Sr. Feynman, eu não imaginava que os cientistas fossem capazes de fazer essas coisas fantásticas!

Feynman: Sofia, o mundo científico é fascinante, e o mundo nanométrico é fantástico! Esse é apenas um pequeno exemplo de quão fantástico é o mundo do nano, a sua jornada neste universo marvilhoso está apenas começando!



2°
capítulo

SOFIA E FEYNMAN CONHECEM UMA ANIMADA GOTA DE CAFÉ

por: Andresa da Costa Ribeiro, Tania Toyomi Tominaga e Taiana Gabriela Moretti Bonadio

Pela janela de seu quarto, Feynman vê que o dia amanheceu, ele levanta-se de sua cama e troca seu pijama pelo seu terno. Depois, segue para a cozinha, onde prepara seu café da manhã, quando, acidentalmente, derruba um pouco de café em sua roupa. Rapidamente ele se levanta, sacode sua roupa, e resolve, então, tirar o casaco e a camisa molhados e substituí-los por uma camiseta.

Quando Feynman estava retornando para a cozinha, carregando suas roupas molhadas, ele escuta a campainha tocar. Ao atender a porta, encotra Sofia na soleira da porta.

Feynman: Bom dia Sofia! Tudo bem? O que faz aqui tão cedo?

Sofia: Olá senhor Feynman. Bom dia! Minha mãe pediu para eu lhe trazer este prato de biscoitos, como agradecimento pelo senhor me ajudar em meus estudos.

Feynman: Obrigado! Entre Sofia. Eu estava retornando para a cozinha, para continuar o meu café. Houve um acidente, derramei café em minha roupa, kkkkk.

Sofia observa que Feynman está segurando suas roupas sujas de café. Contudo, ao olhar mais de perto o local onde o café havia caído, Sofia percebeu que a camisa estava completamente molhada, enquanto o casaco estava bem sequinho. Nele, o café formava "bolinhas" que deslizavam pelo tecido do casaco.

Quando Sofia estava prestes a questionar o professor Feynman sobre este fenômeno incomum, uma coisa inesperada acontece, Sofia e o professor começam a diminuir de tamanho até ficarem do tamanho de uma gota de café! Espantados, Sofia e Feynman observam que encolheram e que se encontravam em cima do casaco do professor. Então, próximo a eles, uma gota de café com uma voz animada fala:

Cafelina: Olá! Quem são vocês?

Feynman: Olá! Eu me chamo Feynman, esta é Sofia. E você quem é? Você é uma gota de café? Como se chama?

Cafelina: Sim, sou uma gota de café. Eu me chamo Cafelina! Vocês gostariam de brincar comigo neste escorregador?

Sem dar tempo para a resposta, Cafelina volta sorrindo a escorregar pelo tecido do casaco. Animada, Sofia corre atrás da gota de café, e juntas começam a brincar no gigante escorregador. No meio da brincadeira Sofia exclama:

Sofia: É muito divertido essa sua brincadeira! Mas você tem que me explicar como é possível escorregar tão facilmente aqui no tecido do casaco e no tecido da camisa ali ao lado não é possível?

Feynman: Ah, eu também gostaria de saber! Exclama Feynman.

Cafelina: Pode deixar que eu explico! O tecido deste casaco é chamado de "tecido inteligente". Isto quer dizer que é um tecido impermeável, ou seja, não absorve água! Por isso que estou aqui escorregando, e não estou com medo de ser absorvida pelo tecido!

Sofia: Mas como isso funciona? Estou cada vez mais curiosa!

Cafelina: Kkkk, Calma Sofia! Eu vou explicar! Nos “tecidos inteligentes” são adicionadas partículas muito pequenas, que podem ser ouro, prata ou outros elementos químicos. Quando estas partículas são adicionadas o tecido fica “inteligente”. Ou seja, eles podem matar bactérias, acabar com o mau odor, liberar perfumes, repelir água, óleo, gorduras, fogo e enfim... podem fazer muitas coisas!

Feynman: Nossa! Nem eu sabia que o meu casaco era fabricado com este “tecidos inteligentes”.

Sofia: Que coisa incrível! Estou admirada com todas estas possibilidades que estas partículas podem produzir nos tecidos!

Feynman: Sim! Elas parecem ser ótimas!

Cafelina: Sim, elas são incríveis! Elas podem produzir vários tipos de vantagens nos tecidos! As nanopartículas de prata, por exemplo, são muito úteis! Ainda mais hoje em dia, né? Por causa do vírus SARS-CoV-2, o qual causa a COVID-19.

Sofia: Sério? Mas o que elas fazem nos tecidos?

Cafelina: Elas conseguem matar vírus e bactérias, Sofia! Você sabia, que uma empresa está utilizando estes "tecidos inteligentes" para criar tecidos antivirais e produzir máscaras e roupas? Nos dias de hoje, né senhor Feynman, estes tecidos são superimportantes e úteis, não é mesmo?

Feynman: Isso mesmo Cafelina! Estes tecidos podem ajudar muito no combate deste vírus que tem tirado a vida de tantas pessoas e destruído várias famílias.

Cafelina: Além disso, as nanopartículas de prata me disseram que se sentem- muito felizes por poderem ajudar! Eu se pudesse ajudava também, mas sou apenas uma gota de café, hehehe.

Sofia: Que isso, Cafelina, você é muito mais que isso!

Sofia fica impressionada com as possibilidades que as nanopartículas, quando inseridas na malha dos tecidos, podem proporcionar. Com o desejo de saber mais, ela pergunta para a gota de café:

Sofia: Cafelina, você conhece mais alguma nanopartícula que é usada na confecção de "tecidos inteligentes"?

Cafelina: Deixa-me pensar... Há! Me lembrei de outra família de nanopartículas muito importante! A família Sílica!

Sofia: Qual é a importância delas, Cafelina?

Cafelina: A família Sílica é usada junto com os tecidos de algodão na fabricação de tecidos chamados de "retardantes de chamas". Estes tecidos são usados para fazer as roupas dos bombeiros. As nanopartículas agem como um protetor das chamas e os bombeiros ficam mais protegidos e com menos risco de se queimarem.

Sofia: Nossa! Eu nem sabia que existiam tecidos assim!

Cafelina: Existem sim! E as aplicabilidades destes tecidos são imensas!

Conforme a conversa prossegue, Feynman lembra que também tinha ouvido sobre algumas aplicabilidades desta nova tecnologia e resolve compartilhar com os colegas.

Feynman: Pessoal! Eu me lembrei de uma coisa, de um outro exemplo onde foi utilizado esta tecnologia. Na Universidade Tecnológica da Geórgia, por exemplo, os cientistas criaram geradores elétricos, feitos de nanofios e depois vestiram ratinhos com jaquetas contendo estes geradores. Imagina o que aconteceu, Sofia?

Sofia: Hummm... Será que... Quando os ratinhos correm eles geram eletricidade, senhor Feynman?

Feynman: Isso mesmo Sofia! Além de curiosa você é muito inteligente!

Sofia: Obrigado senhor Feynman! Estou até imaginando aqui... imagine essa ideia sendo usada para o desenvolvimento de roupas humanas. Se a gente conseguisse produzir eletricidade ao correr, poderíamos carregar nossos aparelhos eletrônicos enquanto fazemos exercícios físicos!

Sofia, muito feliz, volta a brincar com sua nova amiga, a Cafelina, no grande escorregador formado pelo tecido do casaco, quando repentinamente, ela e o Feynman começam a aumentar de tamanho, voltando a seus tamanhos reais. Novamente, na casa de Feynman, Sofia despede-se do professor, que agradece pelos biscoitos, e retorna para sua casa, muito feliz, lembrando-se de sua grande aventura, e de que agora possui uma nova amiga, chamada Cafelina.

3°
capítulo

A FLOR DE LÓTUS NÃO CONSEGUE TOMAR BANHO?

por: Lorraine Gabriele Fiuza, Luciano Cardoso Dias e Ricardo Y. Miyahara

Após se arrumar e terminar seu café, Feynman sai de casa, se despede de seu gato Quantum e vai para seu laboratório, mas, de repente, começa a chover! Ao passar pelo lago ele avista uma flor flutuando em cima da água, e, a margem do lago, a pequena Sofia observando a flor. Feynman então se aproxima de Sofia e pergunta:

Feynman: Por que você está observando a flor de lótus?

Sofia: Que susto!! Bom dia, Feynman. Então... o que me chamou atenção não foi o fato dela estar flutuando, mas sim que ela está repelindo as gotas de chuva. Eu gostaria muito de entender o porquê disso...

Feynman: O que você acha de perguntarmos direto para ela Sofia?

Sofia: Nossa, ótima ideia, vamos lá!

Então, Feynman e Sofia resolvem pegar seus guardas-chuvas para ir até lá conversar com a flor, e, tentar descobrir que fenômeno era aquele.

Feynman: Olá dona Flor de Lótus, me chamo Feynman e esta é minha amiga, Sofia! Como podemos chamar a senhora?

A flor de lótus se assusta, pois quase não recebe visitas.

Flor de Lótus: Ai que susto!! Oi Feynman, oi Sofia, eu me chamo Nina. O que lhes traz aqui?

Feynman: Bom Nina, eu estava de passagem e de repente avistei a Sofia, observando a senhora sobre as águas e não pudemos deixar de notar que suas folhas estavam repelindo as gotas de chuva! Gostaríamos muito de saber, como a senhora faz isso?

Nina: Então, senhor Feynman e Sofia, vocês provavelmente já devem ter visto algumas roupas que repelem água ou que não sujam, não é mesmo?

Sofia: Sim senhora, já vi sim!

Nina: Pois então, minhas folhas têm um sistema que se chama "efeito lótus", que permite que eu fique sempre limpinha e sequinha, semelhante às roupas!

Sofia: Nina, a senhora sabe me explicar melhor como ocorre esse efeito?

Nina: Claro que sei! Já que vocês estão indo para o laboratório, posso acompanhar? Lá podemos utilizar seu microscópio para ver mais de perto as minhas folhas enquanto eu explico para vocês!

Feynman: Claro Nina, vamos lá!

Feynman, Sofia e a flor de lótus Nina vão para o laboratório do cientista. Chegando lá, Feynman coloca Nina em sua bancada bem debaixo do seu microscópio.

Feynman: Com licença Nina, vou me aproximar bem de você para não perder nadinha.

Nina: Fique à vontade, Feynman! Bom, eu tenho uma coisa que se chama hidrofobicidade. Calma senhor! Não é nenhuma doença não! É a forma como minha folha é chamada. Ela é composta por nanoestruturas e como o senhor pode ver, são bem rugosas.

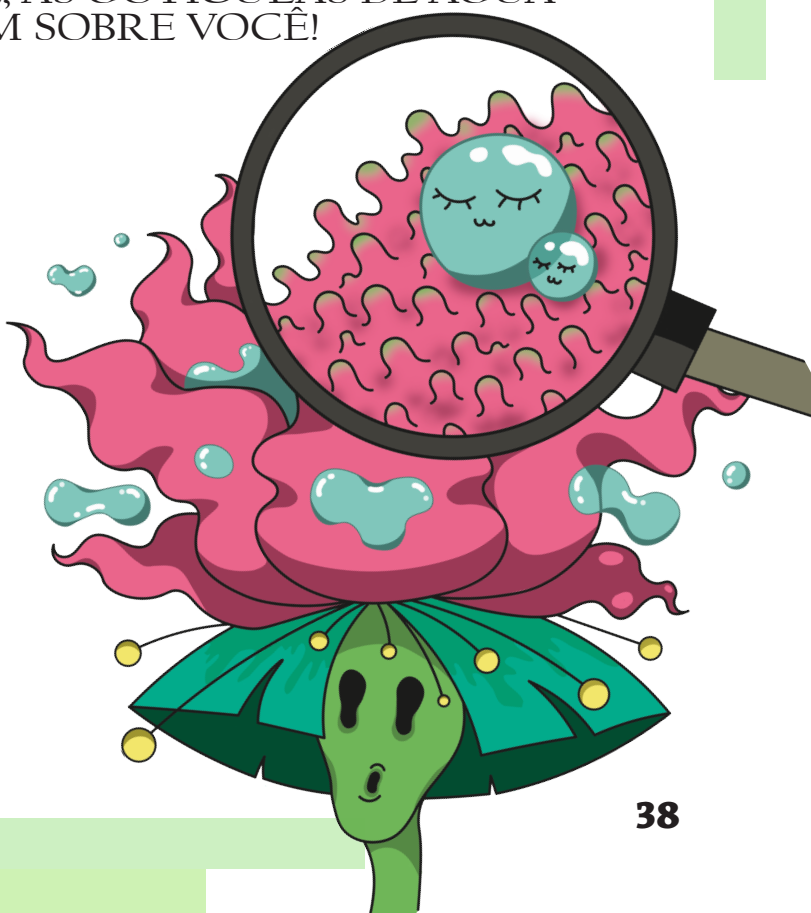
Essas minhas rugosidades servem para que eu possa abraçar várias bolhas de ar que vão impedir a água de entrar em mim.

Sofia: UAAAL, nossa Nina, isso é muito legal!

Nina: Agora senhor Feynman, jogue umas gotinhas de água em cima de mim pra você ver o que acontece!

Feynman corre pegar um conta-gotas, e então as aplica em cima de Nina.

Sofia: NOSSA NINA, ISSO É MUITO LEGAL, AS GOTÍCULAS DE ÁGUA ROLAM SOBRE VOCÊ!



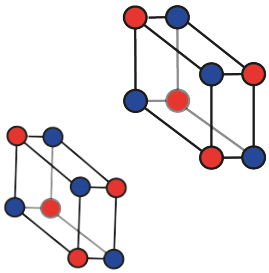
Nina: Legal né? Eu ouvi muito que as roupas impermeáveis usam esse mesmo sistema que as minhas folhas possuem!

Feynman: Sim Nina, as roupas impermeáveis têm moléculas que agem assim também!

Nina: Agora que o senhor aprendeu como elas funcionam, poderia me levar para minha casa? Essa conversa me deixou muito cansada.

Feynman: Claro que sim dona Nina, muito obrigado por me permitir ver de pertinho suas nanoestruturas.

Então, Feynman e Nina partem em direção ao lago novamente.



4°
capítulo

SOFIA E SEUS NOVOS AMIGOS: O SR. GIZ E A SRA. CONCHA

por: Andresa da Costa Ribeiro e Douglas Grossko

Sofia acordou tarde naquele dia, era inverno, e estava muito frio. Após o almoço, o clima estava melhor e Sofia resolveu passear. Ela era uma menina curiosa, e estava entusiasmada em aprender mais sobre ciências, então resolveu visitar o seu amigo, o Sr. Feynman, em seu laboratório na universidade. Chegando lá, Sofia encontrou o Sr. Feynman sozinho. Ele estava em frente ao quadro negro, possivelmente escrevendo sobre suas últimas descobertas. Sorrateiramente, Sofia entra no laboratório e diz:

Sofia: Olá professor! O que você está fazendo?

Assustado o Sr. Feynman se vira e, vendo Sofia no meio da sala, responde:

Feynman: Bom dia Sofia! Não vi você entrar. Estou aqui, fazendo algumas anotações sobre as últimas descobertas do fantástico mundo nanométrico. E você, o que faz aqui nesta tarde fria?

Sofia: Estava ansiosa, não consegui ficar em casa. Precisava conversar com meu amigo, e contar sobre minhas descobertas sobre o mundo nanométrico.

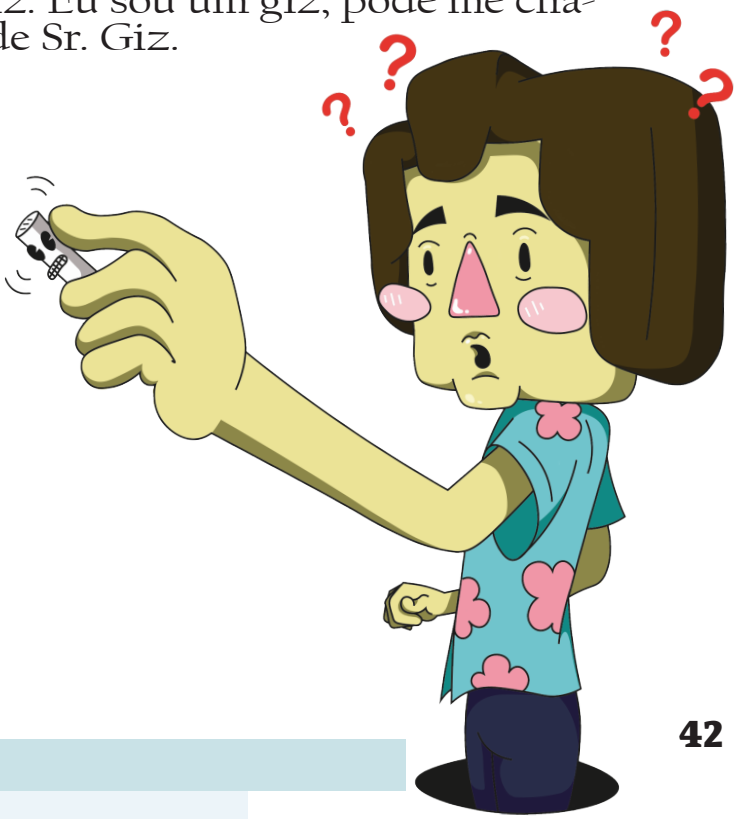
Feynman: Me dê um minuto Sofia. Deixe-me terminar minhas anotações e então poderemos conversar com calma. Feynman terminava suas anotações no quadro negro, quando, de repente, seu giz quebra e uma coisa inesperada acontece! E uma voz que nenhum dos dois conhecia exclama:

Sr. Giz: Aiiii! Cuidado aí, homem! Você está me machucando! Eu sou muito sensível.

Assustados, Sofia e Feynman olham para o giz que se encontra na mão do professor. Sofia, já recuperada do susto, curiosa, pergunta:

Sofia: O que, ou quem é você?

Sr. Giz: Eu sou um giz, pode me chamar de Sr. Giz.

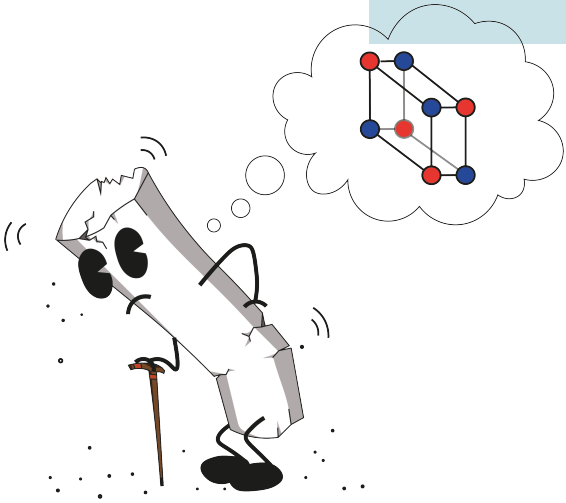


Sofia: Olá Sr. Giz, meu nome é Sofia, prazer em te conhecer.

Feynman: Olá Sr. Giz. Meu nome é Feynman. Desculpe pela minha falta de delicadeza! Além disso, eu não sabia que você era tão frágil!

Sofia: Nós não tínhamos ideia que você era tão delicado. Por favor, Sr. Giz, nos conte mais sobre esta sua fragilidade.

Sr. Giz: Claro que sou frágil! Vou-lhes contar o porquê. Os gizes, como eu, são formados a partir de uma mistura de gesso, água e calcário. Estes componentes criam estruturas bem pequenas, que recebem o nome de "carbonato de cálcio".



Estas estruturas são formadas por partículas muito, muito pequenas, que ficam próximas umas das outras de vários jeitos diferentes. E como estas partículas não são assim bem "organizadinhas", eu sou bem frágil e posso quebrar com muita facilidade.

Sofia: Puxa! Que interessante! Mas qual o tamanho destas partículas Sr. Giz? Elas são nanométricas? Eu tenho aprendido muita coisa sobre este fantástico mundo.

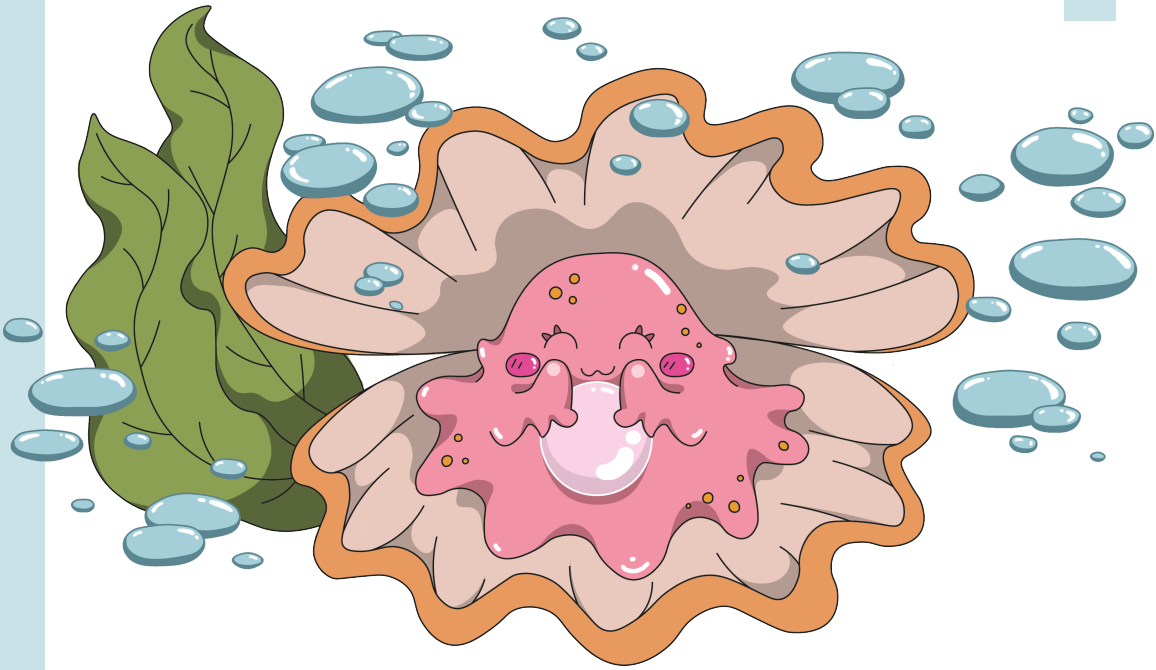
Sr. Giz: Sim, Sofia, elas tem dimensões nanométricas!

Enquanto os três conversavam, ao fundo escuta-se uma risada estridente. Ambos se viram, e começam a procurar de onde vem aquela risada.

Então, quando Sofia, Feynman, e o Sr. Giz estão próximos ao aquário que se encontra no laboratório, eles escutam novamente.

Sra. Ostra: Hi hi hi hi hi hi hi hi Oi! Aqui! Aqui dentro do aquário! Olá, eu sou a Sra. Ostra.

Sofia: Olá, Sra. Ostra. Você nos assustou! Por que está rindo?



Feynman: Boa tarde Sra Ostra! Eu estou me perguntando a mesma coisa. O que é tão engraçado?

Sra. Ostra: Eu estava escutando vocês três conversarem, e me ocorreu uma coisa. Minha concha também é formada por estas partículas chamadas de "carbonato de cálcio". Só que, diferente do Sr. Giz, minha concha tem a função de me proteger e é bem resistente.

Sr. Giz: Uau! Isso é muito interessante. Mas como isso pode ser verdade?

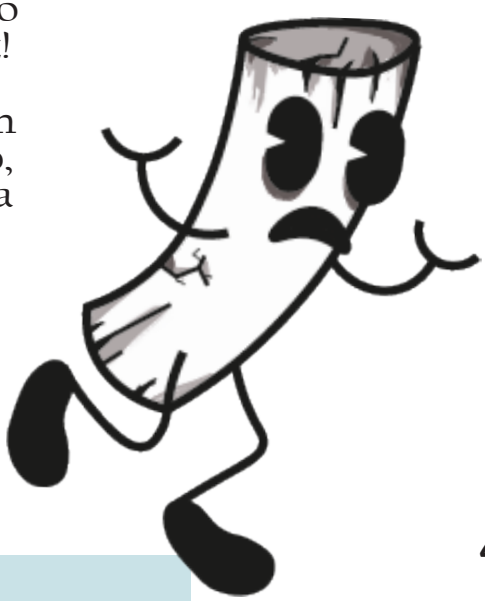
Sofia: Eu também quero saber! Como é possível que a sua concha seja mais resistente do que o corpo do Sr. Giz, quando ambos são feitos do mesmo material?

Sra. Ostra: Eu vou explicar para vocês. Isto acontece porque, as partículas de "carbonato de cálcio", que compõem a minha concha, ficam todas arrumadas do mesmo jeitinho, bem organizadinhas e coladinhas umas às outras. Isto acontecendo, em escala nanométrica, faz com que a minha concha seja mais resistente e consiga me proteger. O que não acontece com o Sr. Giz.

Sofia: Novamente temos a nanociência nos surpreendendo!

Sra. Ostra: Sim! A perfeição estrutural em nível nanométrico, torna a minha concha 3 mil vezes mais resistente do que o corpo do Sr. Giz!

Admirado com esta revelação, Sofia inquieta fala:

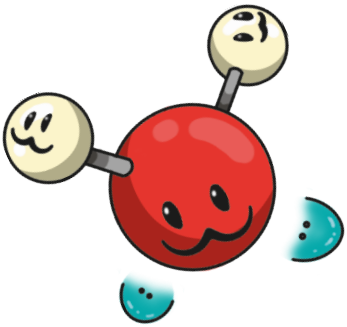


Sofia: Isto é muito interessante! Então, na hipótese, do corpo do Sr. Giz ser construído desta maneira, igual a concha da Sra. Ostra, ele não seria mais tão frágil.

Sr. Giz: Verdade! Seria muito bom, eu me tornaria quase indestrutível.

Feynman: Mas daí eu não conseguiria mais escrever minhas ideias no quatro negro! Hahaha!

Nesta hora, enquanto todos gargalhavam, várias ideias passavam pela cabeça de Sofia. Ela pensava que esta superioridade em nível nanométrico pode ser aplicada para outros materiais. Com todas estas ideias borbulhando na cabeça, ela diz:



Sofia: Professor Feynman, eu estava aqui pensando. Poderíamos utilizar a nanotecnologia para fabricar materiais muito melhores. Isto é, a aplicação da nanociência na construção de equipamentos, ferramentas, e outros objetos, seria capaz de aumentar a resistência, além de aumentar a vida útil destes materiais.

Feynman: Sim Sofia, isto é possível. Vários trabalhos atualmente estudam esta aplicação, como exemplo, a utilização de nanocompósitos em peças automotivas e aeroespaciais.

Sofia: Nossa, já é tarde, eu tenho que voltar para minha casa. Muito obrigado por compartilhar todo este conhecimento. Tchau!

Feynman, Sr Giz, e Sra. Ostra: Tchau Sofia!

5°
capítulo

UMA NOITE DIVERTIDA E O MOVIMENTO NO MUNDO DOS SONHOS

por: Andresa da Costa Ribeiro e Rafael Welter dos Santos

Após um dia bastante produtivo, aprendendo sobre as características das ostras e do giz, Sofia vai dormir. Ela tem uma noite agitada e cheia de sonhos. Sua curiosidade sobre o mundo da nanotecnologia é cada vez maior. Dormindo, um novo mundo se abre à sua frente... o mundo dos sonhos. E neste mundo, Sofia começa a descobrir um pouco mais sobre o universo das coisas criadas a partir da nanociência. No sonho, Sofia está em um parque que tem um grande gramado e começa a diminuir de tamanho rapidamente até ficar do tamanho de uma nanopartícula.

Ao chegar nesse tamanho nanométrico, ela olha ao redor. No gramado há lindas flores (tão pequenas quanto ela) e várias esferas coloridas com pés e braços. Algumas destas esferas estão segurando espadas e escudos e outras estão se exercitando, como se todas estivessem se preparando para uma grande batalha. Uma destas partículas, Sofia reparou que era mais velha que as demais e segurava uma espada e escudo mais vistoso e grande. Talvez ela fosse a chefe, pensou Sofia.

Então, ela resolveu se aproximar desta esfera para perguntar quem eram e entender um pouco mais sobre este novo mundo.

Sofia: Olá senhora! Tudo bem? Eu sou Sofia e sou nova por aqui. Não estou entendendo muito bem o que estou vendo... Sofia olha ao redor tentando mostrar com o olhar, a sua confusão.

Dona Sílvia: Olá Sofia, eu me chamo Tenente Silvia Prata e sou uma nanopartícula, e este é meu exército. Eu me chamo Silvia, em referência ao elemento químico Prata, (que em inglês é Silver). Seja bem-vinda ao mundo nano!

Sofia: Olá Tenente Silvia, muito obrigada! Como vocês são pequenos!

Dona Sílvia: Apesar de ser pequeninha deste jeito, eu e meu exército somos muito poderosos, Sofia! Nossos antepassados surgiram há muito tempo. Eles eram gigantes em relação ao nosso exército e foram usados de diversas formas. A família Prata foi um dos primeiros metais utilizados em jóias, moedas e até mesmo em utensílios.

Sofia: E é verdade que sua família já foi mais preciosa que o Ouro?

Dona Sílvia: Sim, pequena criança. Mas com o tempo o ouro acabou tendo um valor maior que o da minha família. Mas não se engane, ainda temos várias outras habilidades incríveis! Com a descoberta da nanotecnologia, hoje podemos fazer parte do cotidiano muito mais do que qualquer um imagina!

Sofia: É sério?

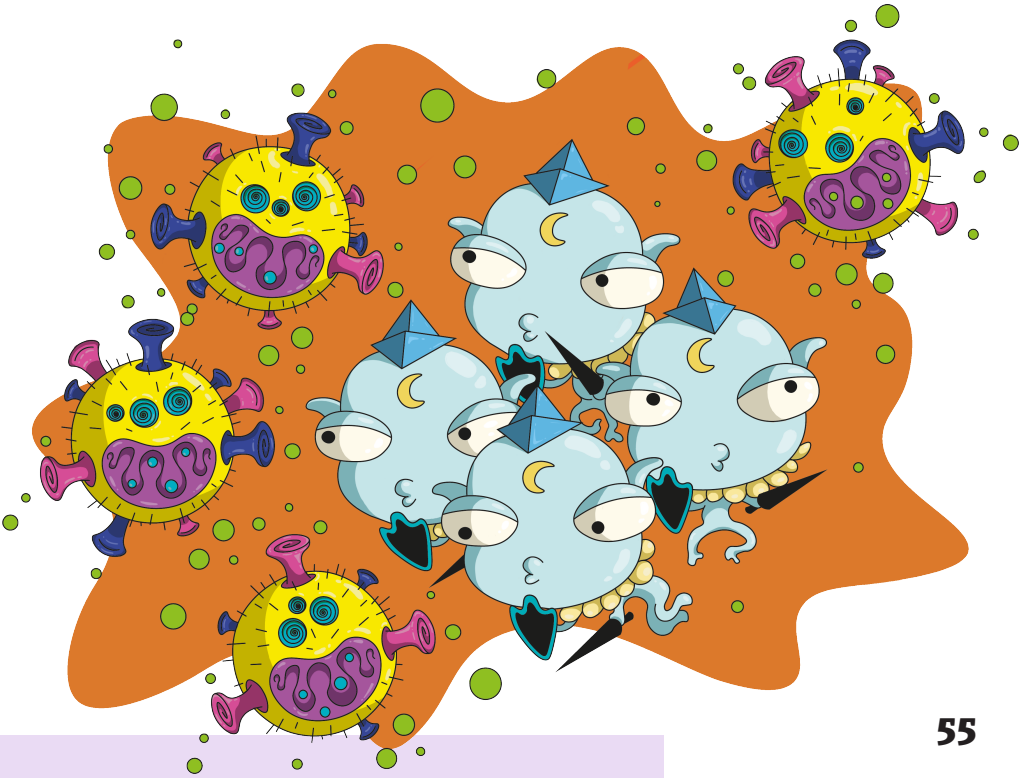
Dona Silvia: É sim, os cientistas que estudam nanociências descobriram que nós, as nanopartículas de Prata, somos agentes antibacterianos, antifúngicos, antivirais. Com isso, podemos nos infiltrar e proteger vocês humanos contra diversas doenças.

Sofia: E como vocês fazem isso?

Dona Sílvia: Vocês, os humanos, nos utilizam em roupas, máscaras de proteção, curativos e temos até mesmo um pelotão de paraquedistas, que trabalham em produtos em spray, travando batalhas no ar! Divertido né?

Sofia: Que incrível o que vocês fazem por nós, Tenente Silvia! Eu não fazia ideia do trabalho de vocês. Apesar de serem muito pequenos, o seu exército é realmente muito poderoso! Mas e como isso é possível?

Dona Silvia: Obrigado Sofia, tudo devido à nanotecnologia! Assim como nós, diversos outros materiais possuem propriedades superpoderosas quando são diminuídas para o mundo nano. Alguns deles podem transportar remédios, aumentar a velocidade de eletrônicos e muito mais!



Sofia: Foi um prazer conhecê-la, Tenente Silvia, e descobrir um pouco mais sobre este mundo incrível da nanotecnologia. Acho que vou andar um pouquinho mais por aí para ver o que mais eu descubro sobre esse mundo. Diz Sofia sorrindo e se despedindo da Tenente Silvia.

Dona Silvia: O prazer é todo meu, pequena criança! Divirta-se por aí!

Sofia começa a caminhar olhando ao redor despreocupadamente. A sua direita, ela vê uma rua e resolve ir em direção a ela. Chegando próximo à rua, ela vê um ponto de ônibus e algumas nanopartículas brancas sentadas. Provavelmente esperando um ônibus. No momento que ela resolve atravessar a rua para chegar ao ponto, ela percebe que as partículas estão se levantando e um ônibus aponta na esquina. Curiosa com este mundo, até então desconhecido, Sofia resolve seguir estas nanopartículas branquinhas e entrar no ônibus. Já no ônibus, Sofia se senta ao lado de uma nanopartícula jovem muito parecida com um comprimido que logo se apresenta:

Bento Bio: Olá pequena menina! Tudo bem? Me chamo Bento Bio! E você, quem é? Você veio conhecer nosso mundo?

Sofia: Olá Bento! Tudo bem? Eu me chamo Sofia. Isso mesmo! Eu vim conhecer o seu mundo!

Bento: Há! Que legal! Nós somos da família dos fármacos! Deixa-me lhe apresentar a galera aqui do ônibus! Ali à direita vê a Aline Ferris. Aline é da família Ferris, família das nanopartículas magnéticas. O sobrenome dela vem do fato de ser produzida a partir do óxido de ferro. Vocês a conhecem como nanopartículas magnéticas. Você sabe o que isso quer dizer? Que se você aproximar um ímã elas se sentirão mega atraídas. hehe

Sofia: Que legal, Bento! Onde nós usamos? Você sabe me dizer?

Bento: Sim, Sofia! A Aline está sendo usada para diagnóstico e tratamento de câncer.

Sofia: Puxa vida! Que legal, Bento! Mas como ela é usada?

Bento: Tem que ver! Seu uso permite a detecção rápida de células malignas em estágios iniciais e também pode controlar o câncer. Bem legal! Já atrás de nós, Sofia, está uma família muito nova de biofármacos. Eles recém chegaram aqui. Eu não sei o nome deles, mas sei que eles serão usados nos cosméticos.

Sofia: Nos cosméticos? E qual será a função deles?

Bento: Olha, Sofia, pelo que eu entendi, eles serão incorporados aos cosméticos e vão carregar ingredientes sabe... Por exemplo, uma empresa francesa criou, a alguns anos atrás, um nanocosmético com vitamina E. É um creme antissinais que, devido ao fato de ser bem pequeno, consegue entrar na pele das pessoas protegendo-as dos efeitos do tempo. A ideia é tão boa que até o Boticário acabou lançando um produto assim.

Sofia: Nossa, Bento! Estou admirada com este uso!

Bento: Sim! Este tipo de nanopartícula está sendo muito estudada! Por isso a família está toda aí. Elas estão sendo estudadas para estarem presentes em vários tipos de formulações, tais como em xampus, condicionadores, cremes dentais, hidratantes, desodorantes, sabonetes, maquiagens, perfumes e esmaltes. Te confesso que fico até com um pouco de ciúmes de toda esta utilidade. Hehehe!

Sofia: Não precisa ter ciúmes, Bento! Garanto que você é bem importante também! Hehe

Bento: Modéstia à parte, sou sim, Sofia! Hehehe. Eu estou sendo estudado para ser usado no tratamento da diabetes. Dizem que um medicamento normal usado no tratamento de diabetes tem 20 moléculas de átomos. Já eu posso ter de 2 a 21 mil moléculas. Sou muito bom! Hehe...

Sofia: Me explica mais! Qual a vantagem de ter mais moléculas?

Bento: Ah... eu posso tornar o medicamento muito mais eficaz e rápido. Além disso, posso ser capaz de agir diretamente no sítio alvo, o que minimiza os riscos e efeitos colaterais. Eu também sou bem comunicativo, Sofia!

Sofia: Isso eu percebi, Bento! Hehe.

Bento: Sério! Eu me ligo às proteínas presentes no corpo humano mudando o sistema e depois eu consigo produzir proteínas, enzimas e hormônios biologicamente idênticos ao do paciente! Adoro esta parte! Adoro conversar e me ligar a outros!

Sofia: Nossa! Estou admirado com tanto talento, Bento!

Bento: Este ônibus está cheio de nanotecnologia importante, Sofia!

Sofia: Que legal, Bento! Foi um prazer enorme te conhecer e descobrir um pouco mais sobre este mundo incrível da nanotecnologia! Agora tenho que ir. Tenho a impressão de que tem mais coisas incríveis para eu conhecer por aí...

Neste momento, o ônibus para e Sofia desembarca pronta para novas aventuras. No entanto, ela se vê novamente crescendo, de forma rápida. Quando chega no seu tamanho real, ela abre os olhos despertando e se afastando do sonho.

Já acordada, ela reflete sobre o sonho que teve e pensa o quanto foi divertido e o quanto aprendeu nele. Quais serão as novas aventuras que estão por vir? Só o tempo dirá...

6°
capítulo

EXPLORANDO A CIÊNCIA COM ANDY, O CAMALEÃO CURIOSO

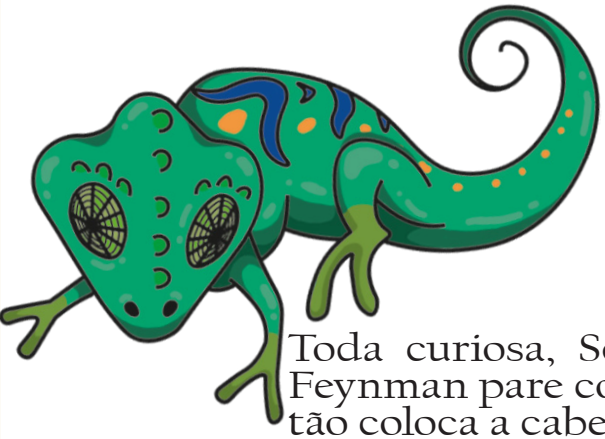
por: Lorraine Gabriele Fiuza, Luciano Cardoso Dias e Valdirlei Fernandes Freitas

Retornando para a casa de sua última aventura juntos, Sofia e Feynman resolvem retornar para a casa descansar. No meio do caminho, Feynman decide alterar seu percurso e apreciar a natureza.

Feynman: Sofia, o que você acha de irmos pela floresta Nancy?

Sofia: Eu acho uma brilhante ideia, senhor Feynman!

Então, a dupla segue para a floresta, mas no meio do caminho eles se deparam com um camaleão cruzando a estrada.



Toda curiosa, Sofia pede para que Feynman pare com o carro. Sofia então coloca a cabeça para fora, pela janela do carro, e grita:

Sofia: Hey, hey, espere aí meu amigo!

O camaleão então para, e resolve olhar para trás. Com muito medo ele responde:

Andy: Oi, oi, o que você quer de mim?

Feynman: Não precisa ter medo, meu amigo, eu sou Feynman e sou um cientista, e essa é minha amiga Sofia. Ela ficou muito curiosa quando viu que você mudou de cores ao sair do asfalto e adentrar a floresta, você teria um tempinho para nos explicar como isso funciona? Ai, desculpe a falta de educação, mas como é seu nome?

Andy: Ufa! Já estava achando que vocês eram do departamento de cobranças, mas isso é assunto para outro dia. Eu me chamo Andy. Bom Sofia, eu posso explicar sim para vocês.

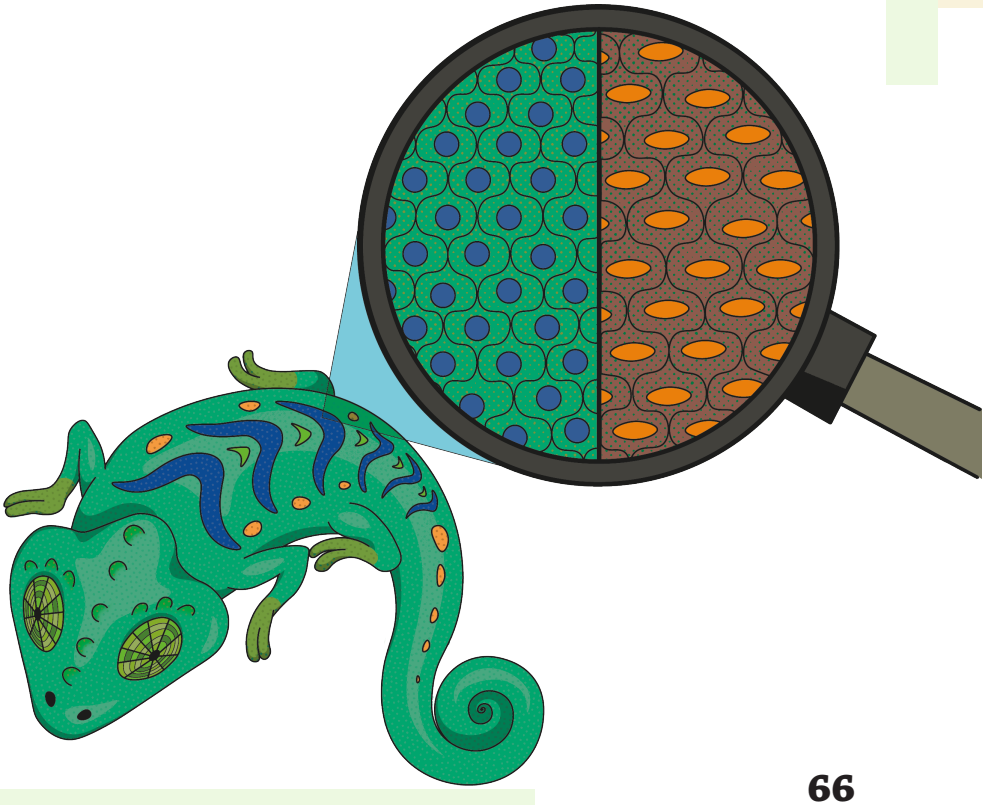
Feynman e Sofia então descem do carro e se sentam ao lado de Andy, pegam seu lanche e ficam atentos a cada palavra do camaleão.

Andy: Há pouco tempo, alguns homens, iguais ao senhor, cientistas, levaram uns amigos meus para alguns estudos, e, quando eles devolveram meus amigos pra floresta, eles me contaram tudinho o que ouviram lá no laboratório.

Andy: Eles falaram que o responsável por nossa mudança de cor é uma tal de física e os nanomateriais.

Feynman: Andy, a física eu conheço bem, ela é incrível. Termina sua história que depois eu conto as minhas com a física.

Andy: Aí, eles contaram que pegaram diversos aparelhos para ver a pele deles de pertinho, e descobriram que embaixo dela existem nanocristais, e que eles se organizam formando padrões de cores diferentes.



Feynman: Hmmm já sei, a cor que nós seres humanos vemos, Andy, é a interação da luz com esses nanocristais.

Andy: É isso mesmo senhor Feynman, o senhor é um cientista mesmo, hein?! Ah, eles falaram também que esses nanocristais estão presentes na camada externa da nossa pele.

Feynman: Nossa Andy, que legal, e tenho mais conclusões a fazer conforme esses cristais se arranjam. Isso vai fazer com que aconteça uma interação com a luz, que vai deixar sua pele assim, linda e colorida!

Sofia sempre atenta ao diálogo dos dois!

Andy: Senhor Feynman, é bem isso mesmo.

Feynman: Muito obrigado Andy, por compartilhar sua história comigo e com a Sofia. Quer ouvir algumas outras sobre a física?

Andy: Claro senhor Feynman, eu adoraria.

E então Feynman, Sofia e Andy passam o dia ali, sentados falando sobre ciência.

Sobre os autores

Douglas Grossko

Graduado em Ciências Biológicas e Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Nanociências e Biociências pela Universidade Estadual do Coentro-Oeste (UNICENTRO).

Lorraine Gabriele Fiuza de Jesus

Graduada em Física-Licenciatura pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) e Mestranda em Física Biomolecular pelo Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP).

Luciano Cardoso Dias

Graduado em Física-Licenciatura pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Mestre em Ciência pelo Programa de Pós-graduação em Nanociências e Biociências pela UNICENTRO e Doutorando em Física pela Universidade Federal do Paraná.

Rafael Welter dos Santos

Graduado em Matemática-Licenciatura pela UniGuairacá, graduado em Física-Licenciatura pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) e Mestre em Ciência pelo Programa de Pós-graduação em Nanociências e Biociências da UNICENTRO.

Tania Toyomi Tominaga

Docente da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO) orientadora efetiva no Programa de Pós-graduação em Nanociências e Biociências da UNICENTRO. Graduada em Física e Mestra em Física pelo Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP) e Doutora em Química pela USP.

Sobre os autores

Taiana Gabriela Moretti Bonadio

Docente da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), graduada em Física pela Universidade Estadual de Maringá, orientadora efetiva do Programa de Pós-graduação em Nanociências e Biociências e do Programa de Pós-graduação em Química Aplicada da UNICENTRO.

Ricardo Yoshimitsu Miyahara

Docente da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), graduado em Física pela Universidade Federal de São Carlos e Doutor em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Universidade de São Paulo. Orientador efetivo dos Programas de Pós-graduação em Nanociências e Biociências e da Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da UNICENTRO.

Valdirlei Fernandes Freitas

Docente da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), orientador efetivo no Programa de Pós-Graduação em Nanociências e Biociências da UNICENTRO. Graduado em Física e Doutorado em Física pela Universidade Estadual de Maringá.

Andresa da Costa Ribeiro

Docente colaboradora da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), graduada em Física pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Mestra e Doutora em Ciências dos Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pós-doutora no Programa de Pós-Graduação em Nanociências e Biociências da UNICENTRO.

UNICENTRO

PARANÁ